

## MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

Patent number: JP10178178

Publication date: 1998-06-30

Inventor: YOSHIKAWA HIROSHI

Applicant: SHARP KK

Classification:

- international: H01L21/20; H01L21/336; H01L29/86; H01L21/02; H01L29/86; (IPC1-7):  
H01L29/86; H01L21/20; H01L21/338

- european:

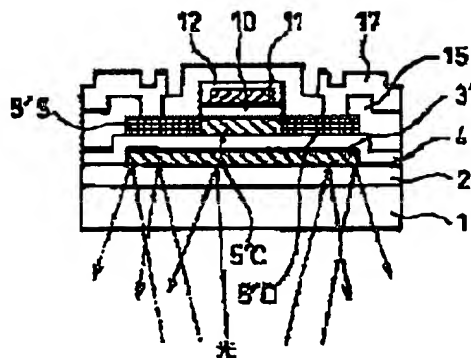
Application number: JP19960339571 19961219

Priority number(s): JP19960339571 19961219

Report a data error here

## Abstract of JP10178178

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To lower the solidification rate of a semiconductor film at the time of recrystallization after the semiconductor film has been melted by a pulse laser. **SOLUTION:** A semiconductor film 3' is formed as a heat-accumulating layer on an insulating substrate 1, and a semiconductor film 5' for transistor is irradiated with a laser and it is heated through energy of laser reflecting on a concave lens at the same time, so that the coagulation speed of the films 3' and 5' are lowered. The temperature of the film 5' is prevented from being raised excessively, while the activating time per pulse of laser irradiation is made long, through the effect of the film 3 as a heat accumulating layer.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-178178

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月30日

(51) IntCl.<sup>5</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 29/788  
21/20  
21/338H 0 1 L 29/78  
21/20  
29/78

6 2 6 C

6 2 7 G

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平8-339571

(22) 出願日

平成8年(1996)12月19日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 吉川 博志

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

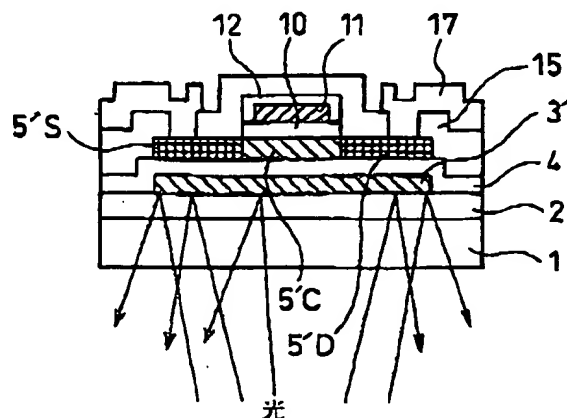
(74) 代理人 弁理士 岡田 和秀

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】パルスレーザーで半導体膜を溶融させ、その後の結晶化時の凝固速度を遅くすることができるようにする。

【解決手段】絶縁性基板1上に蓄熱層としての半導体膜3'を形成させ、トランジスタとなる半導体膜5'へのレーザー照射と同時に凹面レンズ6で反射したレーザーのエネルギーで加熱させることによって半導体膜3'、5'が凝固するときの凝固速度を低下させる。半導体膜5'の温度が高くなりすぎないようにするかわりに蓄熱層としての半導体膜3'による効果によってレーザー照射1パルスあたりの活性化時間を長くする。



(2)

特開平10-178178

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性基板上に所定の形状の蓄熱層を形成する工程と、前記蓄熱層上に無機絶縁膜を形成する工程と、前記無機絶縁膜上に薄膜トランジスタの活性層を構成する半導体膜を形成する工程と、上方からパルスレーザー光を前記半導体膜に照射する工程とを有し、前記パルスレーザー光を前記半導体膜に照射する工程の際に前記絶縁性基板の後方にパルスレーザー光を反射するレーザー光反射手段を配置することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記レーザー光反射手段が凹面レンズであることを特徴とする請求項1項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記レーザー光反射手段は金属、ガラスあるいはプラスチックからなる基板に形成された凹面レンズであり、該凹面レンズの表面が主として紫外光に対して反射率が高い材料で形成されていることを特徴とする請求項1または2記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 前記凹面レンズの表面が鏡面研磨されていることを特徴とする請求項3項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記蓄熱層はその上に無機絶縁膜を介して形成される前記半導体膜と同一形状か、あるいはそれより大きい面積で形成されることを特徴とする請求項1項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項6】 前記蓄熱層は半導体膜であることを特徴とする請求項1項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項7】 前記蓄熱層を構成する半導体膜がSi、GeおよびSiGeから選ばれる少なくとも1つからなることを特徴とする請求項6項記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、パルスレーザーによる半導体膜の熔融結晶化および不純物活性化を行う場合における半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 石英、ガラス等の絶縁性基板上に形成した非晶質または結晶性の半導体（薄）膜をパルスレーザー照射によって熔融させて凝固させるレーザーアニール（熱処理）においては半導体膜にレーザー照射を行うと半導体の熔融結晶化が起こり、結晶成長させることでその基板上に所望特性の半導体膜を得る方法であり、これは基板にガラスなどを用いることができるので例えばアクティブマトリクス型の液晶画像表示装置等のTFT（薄膜トランジスタ）材料に利用されることで注目され実施されている。

【0003】 ところで、こうした半導体膜の大結晶粒化をレーザー照射で可能であればレーザーのオン電流の向上とキャリアーク電流の低減などが期待されるのであるが、そ

10

20

30

40

50

のためには結晶の凝固速度を小さくすることが必要とされている。そこで、このような観点からの熔融結晶化方法の従来の技術の一つとして、例えば特開平6-291034号公報には、絶縁性基板上に加熱層を形成させ、その上にバッファ層としてSiO<sub>2</sub>膜を形成し、そのSiO<sub>2</sub>膜の上にSiからなる半導体膜を形成させ、この半導体膜側から加熱層に対しての熱吸収係数が大きい波長のレーザー光によるレーザー照射をすることで、このレーザー光を半導体膜およびSiO<sub>2</sub>膜を通して加熱層に照射して吸収させ、これによって加熱層を高温に加熱し、そして、この照射終了後から所定時間経過後にSiに対して吸収係数が大きい波長のレーザー光を照射させることでこのレーザー光をSiの半導体膜に吸収させ、結果、この半導体膜を高温に加熱して熔融し、その後の冷却で再結晶化（固化）するという技術が記述されている。この技術によればその冷却中には熔融しているSi薄膜からSiO<sub>2</sub>膜中に熱が放出されるが、SiO<sub>2</sub>膜は加熱層からも加熱されていることから、熔融Si薄膜とSiO<sub>2</sub>膜との温度勾配を小さくできることで、熔融Si薄膜の凝固速度を低くすることができ、このことから低い凝固速度で結晶化したシリコン薄膜の結晶粒径を大きくすることができることとなる。

【0004】 また、結晶粒径を大にする熔融結晶化方法ではないが結晶粒径を均一にする従来の技術として、例えば、特開平6-34997号公報にはタングステンのような高融点金属からなる熱伝導性の良好な遮光層によって、半導体素子の活性層にレーザー照射を行った際の熱分布の偏りを抑えて活性層に結晶粒界などの結晶欠陥の発生を避けられるようにして結晶粒径の均一化を可能とした技術が記述されている。

【0005】 さらにまた大結晶粒化とする他の従来の技術として、応用電子物性分科会研究報告（社団法人応用物理学会主催で1992年1月22日に機械振興会館で行われた分科会での報告書の1～6ページ、報告者東京工業大学工学部清水等）にはシリコン薄膜の凝固速度を制御したシリコンのパルスレーザーによる熔融結晶化のためにデュアルビーム法というシリコン膜の凝固速度を低くする方法で結晶化されている。透過基板上に蓄積層（a-Si）、絶縁層（SiO<sub>2</sub>）、熔融層（a-Si）を形成させ、この両面からエキシマレーザー光を照射することによって熔融層からの熱流出を抑制することができる。理論解析の結果では、デュアルビーム法でレーザーを照射した場合のa-Si（50nm）の熔融層の平均凝固速度は室温下で通常に熔融層側からレーザーを照射した場合より3分の1まで低くなっている。これによって蓄積層（Si）が100nmでのデュアルビーム法による実験では最大結晶粒径が400nmという大結晶粒化を可能としている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述の

3

ような特開平6-291034号公報に記述による方法ではパルスレーザによる半導体膜の結晶化において、YAGレーザとかCO<sub>2</sub>レーザなどの第1のレーザ光と、XeClエキシマレーザなどの第2のレーザ光というように二種類の波長のレーザが必要であったから半導体膜の溶融結晶化方法としてはおおがかりなものとなってしまう製造コストが高くつくうえ時間もかかるという課題があった。

【0007】また前述のような特開平6-34997号公報に記述による方法では結晶粒を均一化できるという利点があるものの大結晶粒径化ができなくて問題が十分に解決されにくいという課題があった。

【0008】また、上述の応用電子物性分科会研究報告の記述による方法では基板の両面からレーザ光を照射するため、大面積基板上の多くのシリコン膜を結晶化させる装置に適用することには困難が伴うという課題があった。

【0009】ところで、上述の従来の公報とか文献に記載の技術とは別に一般には石英、ガラスなどのガラス基板はその厚さが1mm前後あり、そのガラス基板の上に酸化膜または窒化膜等の絶縁膜が形成され、さらにこの絶縁膜の上に形成されたシリコン等の半導体膜がパルスレーザの照射によって溶融され、その後冷却で凝固して結晶化されるのであるが、このときの熱量は1mm前後の厚いガラス基板が巨大な熱浴となっているために簡単に失われてしまい半導体膜はその結晶成長が抑制されてしまつて十分な結晶性が得られないという課題があった。

【0010】したがって、本発明は上述した課題に鑑みて、第1にパルスレーザによって半導体膜が溶融しその後の結晶化で凝固する際の凝固速度を低減させることで半導体膜の結晶性を向上させること、第2に半導体膜の結晶性を損なうことなくパルスレーザによって半導体膜に含まれているホウ素とかリンなどの不純物を効率良く活性化させる方法にも適用できるようにすることにある。

【0011】これらの方法は一台のパルスレーザで大面積基板上に集積された半導体の膜に対応したものである。すなわち、一台でしかも紫外光の波長のみのパルスレーザを使用するため、大面積基板上の半導体膜、または不純物を効率良く結晶化または活性化させることができる。さらに、トランジスタを画像表示装置に利用する場合、光によるトランジスタのリーク電流の増加を防止する必要がある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1記載の方法は、絶縁性基板上に所定の形状の蓄熱層を形成する工程と、前記蓄熱層上に無機絶縁膜を形成する工程と、前記無機絶縁膜上に薄膜トランジスタの活性層を構成する半導体膜を形成する工程と、上方からパルスレーザ

(3)

特開平10-178178

4

光を前記半導体膜に照射する工程とを有し、前記パルスレーザ光を前記半導体膜に照射する工程の際に前記絶縁性基板の後方にパルスレーザ光を反射するレーザ光反射手段を配置することを特徴としていることで上述した課題を解決している。

【0013】前記レーザ光反射手段は好ましくは凹面レンズであってもよい。

【0014】前記レーザ光反射手段は好ましくは金属、ガラスあるいはプラスチックからなる基板に形成された凹面レンズであり、該凹面レンズの裏面が主として紫外光に対して反射率が高い材料で形成されている。

【0015】前記凹面レンズの表面は好ましくは鏡面研磨されている。

【0016】前記蓄熱層は好ましくはその上に無機絶縁膜を介して形成される前記半導体膜と同一形状か、あるいはそれより大きい面積で形成される。

【0017】前記蓄熱層は好ましくは半導体膜である。

【0018】前記蓄熱層を構成する半導体膜は好ましくはSi、GeおよびSiGeから選ばれる少なくとも1つからなる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態に係る半導体装置の製造方法である半導体膜の溶融結晶化方法および不純物活性化方法を薄膜トランジスタの製造に適用して以下の図面を参照して説明する。本発明方法の工程はS1からS17までの17の工程から構成されている。

【0020】(1) 層間絶縁膜成膜工程S1

最初に、図1Aで示すように厚さ1.1mm、対角5インチの正方形をした板状ガラスからなる絶縁性基板1を用意する。この基板1上に、無機絶縁膜としてSiO<sub>2</sub>膜やSiNx膜等からなる層間絶縁膜2を100~400nmの膜厚で被覆する。この層間絶縁膜2がSiO<sub>2</sub>膜である場合は常圧CVD法によりSiH<sub>4</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスを用いて成膜したSiO<sub>2</sub>膜とか、あるいはスパッタ法、減圧CVD法、プラズマCVD法、リモートプラズマCVD法のいずれかによるSiO<sub>2</sub>膜を用いることができる。

【0021】(2) 非晶質シリコン膜成膜工程S2

次に、同じく図1Aで示すように層間絶縁膜2の上に蓄熱層となる非晶質シリコン膜3を成膜する。非晶質シリコン膜3は希ガスハライド系エキシマレーザ例えばXeF(波長351nm)、XeCl(波長308nm)、KrF(波長248nm)、ArF(波長193nm)を吸収する材料であれば良い。シリコン以外の半導体材料として例えば、GeあるいはSiGeがあり、半導体以外の材料としては顔料、染料等の化合物がある。非晶質シリコン膜3の厚さは非晶質シリコン膜工程S5で成膜する非晶質シリコン膜5の厚さと同じか、またはこれよりも厚い膜で形成され、その厚さは30nm~500

(4)

特開平10-178178

5

nmとする。この際における非晶質シリコン膜3を加熱するためのレーザエネルギーの強度が高い場合には非晶質シリコン膜3はできるだけ厚膜に成膜することで熱エネルギーを蓄積できるようにしたほうが良い。非晶質シリコン膜3はプラズマCVD法により $\text{SiH}_4$ ガスと $\text{H}_2$ ガスとを用いて基板温度200~300℃で成膜するか、または減圧CVD法により成膜することができる。

#### 【0022】(3) アイランド化工程S3

次に、図1Bで示すように前記成膜した非晶質シリコン膜3をアイランド化する。

【0023】(4) 層間絶縁膜成膜工程S4 (図1C参照) : 次に、図1Cで示すように無機絶縁膜として $\text{SiO}_2$ 膜とかあるいは $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜等からなる膜厚100~500nmの層間絶縁膜4をアイランド化された非晶質シリコン膜3を含めた層間絶縁膜2の上に工程S1と同様の成膜方法にて被覆する。

#### 【0024】(5) 非晶質シリコン膜成膜工程S5

次に、図1Dで示すように層間絶縁膜4の上に半導体(薄)膜である非晶質シリコン膜5を膜厚30~150nmで例えばプラズマCVD法により $\text{SiH}_4$ ガスと $\text{H}_2$ ガスとを用いて基板温度200~300℃で成膜するか、または減圧CVD法により成膜する。非晶質シリコン膜5としては、 $\text{Si}$ 、 $\text{SiGe}$ 、またはリンやボロンを含むシリコン半導体を用いることができ、非晶質に限らず微結晶や多結晶の半導体を成膜しても良い。

#### 【0025】(6) アイランド化工程S6

次に、図1Eで示すようにこのように工程S5で作製した非晶質シリコン膜5をエッチングによりパターンングして島状のシリコン膜5に形成する。非晶質シリコン膜5の平面方向からみた縦横長は非晶質シリコン膜3と同じか少し短く例えば非晶質シリコン膜3の90%の長さとなる。

#### 【0026】(7) レーザ溶融結晶化工程S7

次に、図2Fで示すように絶縁性基板1の下に凹面レンズ6を設置するとともに、上方位置からパルスレーザ7によって非晶質シリコン膜5にレーザ光を直接的に照射して該非晶質シリコン膜5を溶融させると同時にこのレーザ光を絶縁性基板1を通過させたうえで凹面レンズ6で反射させ、その反射レーザ光を非晶質シリコン膜3に照射させることで該非晶質シリコン膜3を溶融させる。次にこれら溶融状態の各非晶質シリコン膜3、5のそれぞれを凝固させ、これによってこれら非晶質シリコン膜3、5それぞれから、多結晶シリコンからなる結晶性半導体膜3'、5'を得る。こうしたレーザ光照射方法つまりレーザアニール方法によれば特に短波長のパルスレーザ7を用いることで下地である基板1には何等の損傷を与えることもなく半導体膜3'、5'を効率良く溶融凝固させることができ、例えば、希ガスハライドエキシマレーザ系例えば $\text{XeF}$ (波長351nm)、 $\text{XFCl}$ (308nm)、 $\text{KrF}$ (249nm)、 $\text{ArF}$ (19

6

3nm)のエキシマレーザを用いることが可能となる。

【0027】通常、このように非晶質シリコン膜3、5をアニールして多結晶シリコン膜である半導体膜3'、5'にしたほうが、直接、多結晶シリコン膜を成膜するよりも結晶粒径が大きくなって特性に優れた半導体膜3'、5'を得られる。ここで、この凹面レンズ6を用いたこの工程S7における半導体膜の溶融結晶化工程の詳細を図6A、Bを参照して説明することにする。図6Aは平面からみた、図6Bは図6AのA-A線に沿う断面からみた図をそれぞれ示している。また、図6中、 $t$ は絶縁性基板1の厚さ、 $d$ は凹面レンズ6が形成される凹面レンズ基板の厚さ、 $Z$ は凹面レンズ6の加工深さ、 $R$ は凹面レンズ6の曲率半径を示す。また、 $a$ と $b$ はそれぞれ薄膜トランジスタとなる非晶質シリコン膜5の縦長さと縦長さで、 $p$ と $q$ は非晶質シリコン膜5の隣同士の間隔距離を示す。また、 $S$ はパルスレーザ7の照射領域、8は層間絶縁膜4及び非晶質シリコン膜5で形成された薄膜である。凹面レンズ6は金属、ガラスあるいはプラスチックからなる基板9上に形成され、その表面は主として紫外光に対して高い反射率をもつ材料例えばアルミニウムで形成され、さらにそのアルミニウムの保護膜が形成される。このアルミニウムの保護膜としては $\text{SiO}_2$ などが蒸着されることが「光学技術ハンドブック」664ページ(朝倉書店、1975年)に記述されている。凹面レンズ6表面は鏡面研磨で仕上げられ、できれば紫外光の波長程度以下の例えば $0.3\mu\text{mRa}$ 以下が望ましい。この仕上げ精度が悪いと凹面レンズ6の焦点距離が変化し、非晶質シリコン膜3が加熱されたときの熱の位置的分布が不均一となる。そのために、非晶質シリコン膜5の結晶性にも不均一な分布が発生してしまう。凹面レンズ6はマイクロマシン技術を利用した方法やフライス盤によって加工される。図6のように非晶質シリコン膜3に照射されないレーザ光は絶縁性基板1を通過し、凹面レンズ6で反射される。反射した光は、曲率半径 $R$ をもつ焦点距離の方向へと進み、この位置から少しずれた所(焦点から $R-Z-t$ の所)に蓄熱層としての非晶質シリコン膜3を加熱させ、レーザエネルギーが大きい場合には溶融させることができる。薄膜トランジスタ用の半導体膜としての非晶質シリコン膜5の縦横それぞれの長さは非晶質シリコン膜3のそれぞれと同じか、または短い方がよい。その理由は、非晶質シリコン膜3は透過光が凹面レンズ6で反射された後に加熱されるので、この透過光の強度は非晶質シリコン膜3の縦と横の長さが非晶質シリコン膜5より長いほど低くなってしまい、非晶質シリコン膜3の温度が効果的に上昇しないからである。図6ではレーザは領域 $S$ に照射され、16個のアイランド化された非晶質シリコン膜5が同時に結晶化される。工程S6(図2F)及び工程S8(図4M)では、それぞれ1つのトランジスタにつき1つの凹面レンズ6が設置されているが、凹面レンズ加工の技術

(5)

特開平10-178178

7

8

的問題とレーザの照射面積の仕様等を考慮して本発明が実施される。非晶質シリコン膜5の縦と横の数をそれぞれm個、n個としたとき、レーザ光を照射した場合に入射光の強度に対する非晶質シリコン膜3への相対強度 $r^*$

$$r = \frac{\{ma + (m+1)p\} \{nb + (n+1)q\} - mnab}{\{ma + (m+1)p\} \{nb + (n+1)q\} \{ma + (m-1)p\} \{nb + (n-1)q\}} \quad \cdots (1)$$

となる。相対強度 $r$ は照射される非晶質シリコン膜5の数と面積、レーザ光が透過して凹面レンズ6へと進む面積、そしてレーザ光の焦点距離に依存する。例えば、 $a = b = p = q$ 、 $m = n = 4$ のとき $r = 1.06$ となり、 $a = b = p = q$ 、 $m = n = 50$ のとき $r = 0.59$ となり、 $300 \text{ mJ/cm}^2$ のレーザを入射したとき $157 \text{ mJ/cm}^2$ の反射光が非晶質シリコン膜3に照射される。また、具体的な凹面レンズ等の数値例としては、 $m = n = 50$ 、 $a = b = p = q = 0.1 \text{ mm}$ のとき $t = 1 \text{ mm}$ 、 $d = 5 \text{ mm}$ 、 $Z = 4 \text{ mm}$ 、 $R = 13 \text{ mm}$ となる。

【0028】以上のように凹面レンズ6を利用して非晶質シリコン膜5の溶融結晶化を行うための方法を図7、8を参照して説明する。図7ではそれぞれのレーザ照射領域Sは4つの非晶質シリコン膜5を同時にカバーする広さにわたっており、各レーザ照射領域Sの下部にそれぞれ凹面レンズ6が設置されている。まず、図7のように、凹面レンズ6の上部にある非晶質シリコン膜5の領域へ設定してレーザ照射を行う。例えば、A-1列の上側から下側への矢印方向に、次にA-2列の上側から下側への矢印方向に、そしてA-3列の上側から下側への矢印方向にレーザ照射をそれぞれ行う。さらに、図8のように図7の場合でレーザ照射されていない非晶質シリコン膜5の下部に凹面レンズ6を平行移動させて再設置する。そして、B-1、B-2、B-3列それぞれの各凹面レンズ6上に設置されている非晶質シリコン膜5へレーザ照射を行う。図7、8の工程だけでは全ての非晶質シリコン膜5が結晶化されないで、さらに凹面レンズをレーザ照射したい非晶質シリコン膜5下へ移動させた後、順次レーザ照射を行うのである。

#### 【0029】(8) ゲート絶縁膜成膜工程S8

次に、図2Cで示すように膜厚 $50 \sim 150 \text{ nm}$ のゲート絶縁膜10を成膜する。ゲート絶縁膜10は常圧CVD法により $\text{SiH}_4$ ガスと $\text{O}_2$ ガスとを用いて成膜した $\text{SiO}_2$ 膜を用いている。ここでは常圧CVD法を用いたが、スパッタ法、減圧CVD法、プラズマCVD法、リモートプラズマCVD法のいずれかによる膜厚 $50 \sim 150 \text{ nm}$ の $\text{SiO}_2$ 膜を用いても構わない。段差の被覆性が良好なTEOS (Tetra-Ethyl-Ortho-Silicate) ガスつまり $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ ガスをを用いた常圧CVD法、プラズマCVD法による $\text{SiO}_2$ 膜を用いても構わない。また、ここでは $\text{SiO}_2$ を用いたが、 $\text{SiNx}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ またはこれらの組み合わせを用いても構わない。

\*は、透過光が全て非晶質シリコン膜5と同じ面積の非晶質シリコン膜3へ凹面レンズを介して照射されるとすると、

#### 【0030】(9) ゲート電極形成工程S9

次に、図2Hで示すように膜厚 $200 \sim 500 \text{ nm}$ の金属材料でゲート電極11を形成する。これは材料はTaまたはAl、AlSi、AlTi、AlSc等のAlを含む金属を用いてスパッタ法で形成する。特に、Alを含む金属のほうが低抵抗電極配線を形成できるので好ましい。

【0031】(10) ゲート電極の陽極酸化工程S10  
次に、図3Iで示すようにゲート電極11を陽極酸化して膜厚 $50 \text{ nm} \sim 1 \mu\text{m}$ の陽極酸化膜12を形成する。

#### 【0032】(11) ゲート絶縁膜エッチング工程S11

次に、図3Jで示すようにゲート電極11と陽極酸化膜12とをマスクにして自己整合でゲート絶縁膜10をエッチングし、シリコン半導体膜5'のソース/ドレイン部となる部分を露出させる。このエッチングにはエッチング液を用いたウェットエッチングやプラズマを用いたドライエッチングを用いることができる。

#### 【0033】(12) 不純物注入工程S12

次に、図3Kで示すように不純物イオン13の注入を行う。n型にするにはリンあるいはヒ素を、p型にするにはボロンを注入する。このようにして、不純物が注入された半導体膜5'のうちソース部となるシリコン半導体膜5'Sと不純物注入されたドレイン部となるシリコン半導体膜5'Dとを形成する。注入方法としてプラズマを利用したイオン注入装置で行った。

#### 【0034】(13) 脱水素アニール工程S13

次に、図4Lで示すように脱水素処理を行う。 $\text{N}_2$ 雰囲気中で $300 \sim 500^\circ\text{C}$ の熱アニールを行い、半導体膜3'、5'やその他の部分であるゲート絶縁膜10、ゲート電極11等に含まれる水素を放出させる。また、脱水素処理によって、多結晶シリコンからなる半導体膜3'、5'中の水素量を $5 \times 10^{10}$ 個/ $\text{cm}^2$ 以下、特に好ましくは $5 \times 10^9$ 個/ $\text{cm}^2$ 以下にするほうが良い。

【0035】また、この脱水素処理をレーザ照射によって行っても構わない。例えば、ソース部半導体膜5'Sとドレイン部半導体膜5'Dとに注入した不純物イオンを電気的に活性化するためのレーザ照射よりも低いエネルギー密度のレーザ照射によって行うことができる。

#### 【0036】(14) 不純物活性化工程S14

次に、図4Mで示すようにソース部半導体膜5'Sとドレイン部半導体膜5'Dとに注入した不純物イオンを電

50

(6)

特開平10-178178

9

10

氣的に活性化するためのレーザー照射14を行う。ここでも図1Fでのレーザー溶融結晶化工程S7及びこの工程S7において図6を参照して説明したように凹面レンズ6を設置する。特に短波長のパルスレーザーを用いれば下地である基板1に損傷を与えることなく半導体薄膜を効率良くアニールすることができる。例えば、XeF(波長351nm)、XeCl(308nm)、KrF(248nm)、ArF(193nm)のエキシマレーザーを用いることができる。レーザーのエネルギー密度は、例えば200-300mJ/cm<sup>2</sup>で照射した。しかし、通常レーザー照射によって不純物の活性化を行うとレーザー照射された半導体膜の表面温度は600℃以上になり、また、シリコン半導体薄膜の場合には表面が溶融することもあり1000℃以上に急激に温度上昇する。このとき半導体膜中に水素が含まれていると急激に水素が移動し、場合によっては突沸するように膜外に飛び出すので、半導体の結晶性が損なわれてしまう。特に、半導体の溶融温度を越えると、ソース部半導体膜5'Sとドレイン部半導体膜5'Dとに注入されたリンとかヒ素とかボロンといった不純物が真性領域5'Cへと拡散しやすくなってしまうトランジスタとしての特性を悪くする。ここでは、パルスレーザーの強度を通常より低めに設定し、そのかわりに図1Aのように蓄熱層としての半導体膜の成膜による効果で半導体膜の凝固速度を低下させ、活性化時間を長くする。

#### 【0037】(15)層間絶縁膜成膜工程S15

次に、図5Nで示すように層間絶縁膜15を成膜する。ここで、層間絶縁膜15は段差の被覆性が良好な常圧CVDによるSiO<sub>2</sub>膜またはTEOSガスをを用いた常圧CVD法、プラズマCVD法によるSiO<sub>2</sub>膜を膜厚300-500nmで成膜した。または、プラズマCVD法により200-250℃で窒化シリコン膜を形成してもよい。

【0038】(16)コンタクトホール形成工程S16  
次に、図5Oで示すように層間絶縁膜15にコンタクトホール16を形成してソース部半導体膜5'Sとドレイン部半導体膜5'Dとを露出させる。

#### 【0039】(17)ソース/ドレイン配線形成工程S17

最後に、図5Pで示すようにソース部半導体膜5'Sとドレイン部半導体膜5'Dとに対する引き出し電極17をスパッタ法により成膜したのちパターニングして形成する。

【0040】以上の工程S1-S17によって薄膜トランジスタを作製する。

【0041】このようにして蓄熱層としての半導体薄膜3'を形成することによって工程S7でのレーザー溶融結晶化及び工程S14での不純物活性化に効果をもたらすが、この膜は光照射によるトランジスタのリーク電流の増加を防止し、遮光膜としても機能することができる。

図9に蓄熱層としての半導体膜3'が遮光膜として機能して光を遮光し、薄膜トランジスタを保護する様子を示している。

#### 【0042】

【発明の効果】以上説明したように本発明の製造方法によればパルスレーザーによって半導体膜が溶融し、凝固したときの結晶粒径が大きくなり、結晶内欠陥、結晶粒界等の結晶性が向上し、その結果、この製造方法により製造されたトランジスタの特性を向上させることができる。また、パルスレーザーによる不純物活性化においても活性化温度を下げるかわりに1パルスにおける活性化時間を長くし、半導体膜の結晶性を損なわずに活性化を効率よく行わせることができる。さらにまた、従来方法ではこのような半導体膜の結晶粒径を大きくするためにレーザー照射を行うときにガラス基板を加熱させるようにしていたが、本発明方法ではそのような加熱がないから加熱ための工程時間が不要となって製造コストを低減できる。さらにそのうえ、本発明では液晶ディスプレイ用トランジスタの製造方法として応用される場合においては、トランジスタ下の半導体薄膜がMOSトランジスタのリーク電流を低減させるための遮光膜としての役割を果たすという効果もあり、これによって製造工程の簡略化が可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体装置の製造方法における工程AないしEの説明に供する断面図。

【図2】本発明の半導体装置の製造方法における工程FないしHの説明に供する断面図。

【図3】本発明の半導体装置の製造方法における工程IないしKの説明に供する断面図。

【図4】本発明の半導体装置の製造方法における工程LとMの説明に供する断面図。

【図5】本発明の半導体装置の製造方法における工程NないしPの説明に供する断面図。

【図6】工程S7の説明に供するもので(A)は平面図、(B)は(A)のA-A線に沿う断面図。

【図7】工程S7でレーザー照射の説明に供する平面図。

【図8】工程S7でレーザー照射の説明に供する平面図

【図9】蓄熱層としてのシリコン膜が遮光膜として機能する様子を示すための断面図。

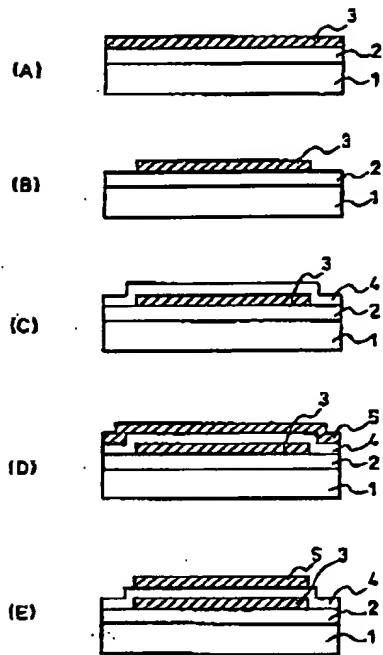
#### 【符号の説明】

- |    |                  |
|----|------------------|
| 1  | 絶縁性基板            |
| 2  | 層間絶縁膜            |
| 3  | 非晶質シリコン膜         |
| 4  | 層間絶縁膜            |
| 5  | 非晶質シリコン膜         |
| 6  | 凹面レンズ            |
| 7  | パルスレーザー照射        |
| 3' | 蓄熱層としての多結晶シリコン膜  |
| 5' | 半導体膜としての多結晶シリコン膜 |

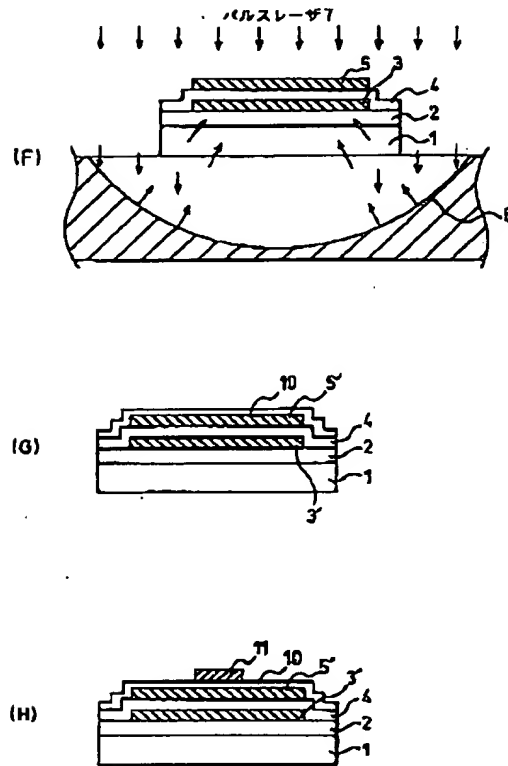
(7)

特開平10-178178

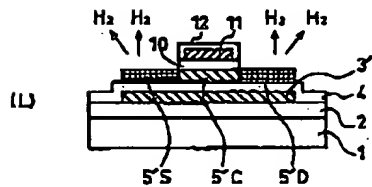
【図1】



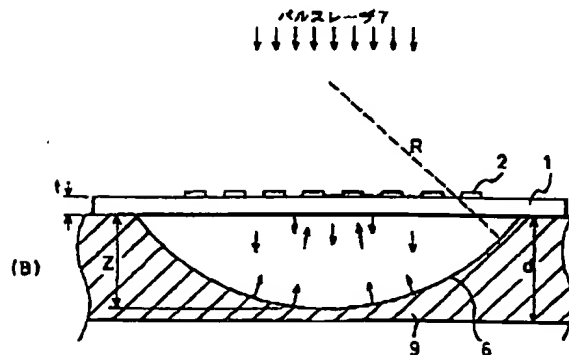
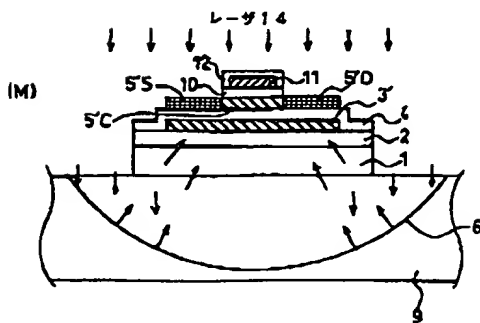
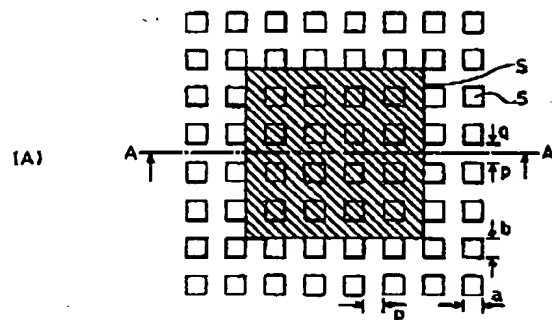
【図2】



【図4】



【図6】

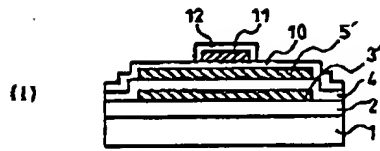




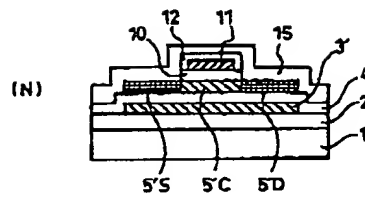
(8)

特開平10-178178

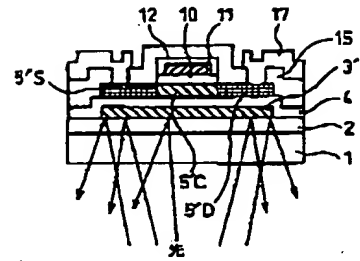
【図3】



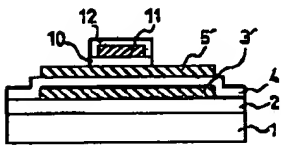
【図5】



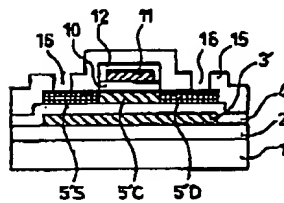
【図9】



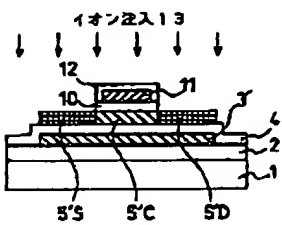
(J)



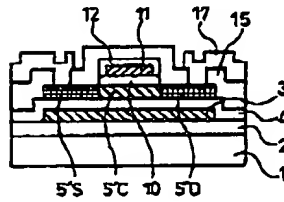
(O)



(K)



(P)



【図8】

【図7】

